

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ СОСНЫ ПО ЕЁ ДИАМЕТРУ

Константинова. А.А.

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Высшая школа естественных наук и технологий (163000, Архангельск, наб. Северной Двины, 17),

e-mail: konstantinowa.shura2015@yandex.ru

Аннотация. В данной статье выясняется существует ли связь между диаметром и высотой дерева сосны и делается прогноз на основе получившихся данных. Для анализа автор берёт данные по таксационным признакам северной сосны (сосны обыкновенной) вечнозеленого хвойного дерева: высоте, м и диаметру, см из учебного материала «Элементы математической статистики». В статье подробно описывается вся морфологическая характеристика сосны обыкновенной также её расположение и естественное произрастание. Затем автор описывает что есть такое корреляция и что есть корреляционный анализ. Вычисляет коэффициенты корреляции и приводит их в таблице, также он проверяет их статическую значимость и делает выводы о наличии и тесноте их связи. Затем приводятся данные по построение корреляционного поля и даётся его прогноз. Всё это наглядно изображается на графике. Также строится регрессионное уравнение по полученным данным. В заключении автор делает выводы: Коэффициент детерминации $R^2 \approx 0,61$ среднее близок к 1, следовательно, качество модели среднее, удовлетворительное. Доля вариации результативного признака, объясняемая регрессией, в общей вариации у составляет 61%.

Ключевые слова: Высота дерева, диаметр дерева, сосна, сосна обыкновенная, хвойное дерево, вечнозелёное дерево, корреляционный анализ, регрессионное уравнение.

THE METHOD OF DETERMINING THE HEIGHT OF THE PINE TREES ALONG ITS DIAMETER

Konstantinova. A. A.

Northern (Arctic) Federal University. M. V. Lomonosov, graduate school of natural science and technology (163000, Arkhangelsk, Severnaya Dvina emb, 17),

e-mail: konstantinowa.shura2015@yandex.ru

In this article, we find out whether there is a relationship between the diameter and height of the pine tree and make a prediction based on the data. For the analysis, the author takes data on the taxation characteristics of the Northern pine (Scots pine) evergreen coniferous tree: height, m and diameter, cm from the training material "Elements of mathematical statistics". The article describes in detail the entire morphological characteristics of Scots pine as its location and natural growth. Then the author describes what correlation is and what correlation analysis is. Calculates the correlation coefficients and gives them in the table, he also checks their static significance and draws conclusions about the presence and closeness of their relationship. Then the data on the construction of the correlation field is given and its forecast is given. All this is clearly shown in the graph. In addition, the regression equation is constructed from the obtained data. In conclusion, the author concludes that the coefficient of determination $R^2 \approx 0,61$ average is close to one; therefore, the quality of the model is average, satisfactory. The proportion of variation of the resultant characteristic due to regression in the total variation of is 61%.

The key words: Tree height, tree diameter, pine, pinus sylvestris, coniferous tree, evergreen tree, correlation analysis, regression equation.

Цель работы: выяснить существует ли связь между диаметром и высотой северной сосны (сосны обыкновенной) и сделать прогноз на основе получившихся данных.

Для анализа были взяты данные по таксационным признакам северной сосны (сосны обыкновенной): высоте, м и диаметру, см из учебного материала «Элементы математической статистики» [1].

Сосна обыкновенная (латинское название – *Pinus sylvestris*. L) – это вечнозелёное хвойное дерево. Другие названия сосны обыкновенной следующие: сосна лесная, сосна Крылова, сосна боровая, сосна меловая, сосна европейская. Данный вид рода Сосны семейства Сосновые (*Pinaceae*) в естественных условиях распространён в Европе и Азии. На севере Сосна обыкновенная растёт до самой Лапландии, на юге встречается в Китае и Монголии. Это дерево образует чистые насаждения и произрастает вместе с берёзой, осиной, елью и дубом. Сосна к почвенно-грунтовым условиям малотребовательна и занимает часто непригодные для других видов древесно-кустарниковых насаждений площади, такие как болота и пески. Сосна обыкновенная приспособлена к различным температурным условиям. Она светолюбива и может хорошо возобновляться на пожарищах и лесосеках. Данное хвойное дерево широко используется в производстве и садово-парковом строительстве [2,3] (рисунок 1).



Рис.1. Сосна обыкновенная

Продолжительность жизни дерева обычно достигает до 350-600 лет. Сосна обыкновенная достигает высоты до двадцать пять – сорока метров и диаметра в стволе 0,5-1,2

метра. Самые высокие деревья этого вида (до сорока пяти – пятидесяти метров) растут на южном побережье Балтийского моря.

Ствол у сосны обычно прямой, стройный, а крона конусовидная, высоко поднятая, а затем широкая, округлая, с горизонтально расположенными в мутовках ветвями [4,5].

Кора в нижней части ствола обычно чешуйчатая, бороздчатая, пластинчатая, толстая, серо-коричневая, серо-фиолетовая с глубокими трещинами. Чешуйки коры сосны образуют пластины неправильной формы. На ветвях и в верхней части ствола кора тонкая, в виде хлопьев и оранжево-красного, желтовато-охристого цвета, а в солнечную погоду кора отливается червонным золотом (рисунок 2).



Рис.2. Кора в нижней части ствола и поперечный спил взрослого дерева сосны обыкновенной

Побеги сосны в начале зеленоватого цвета, а позже становятся желто-серого цвета, слабо блестящего. Иногда побеги покрыты восковым налётом. Молодые ветви на второй год обычно становятся светло-серо-коричневые.

Почки обычно яйцевидно-конусообразные, оранжево-коричневого цвета. Также почки покрыты белой смолой. Чаще слой смолы тонкий, но бывает и более толстые слои.

Ветви сосны обыкновенной имеют мутовчатое расположение. По количеству мутовок можно сосчитать возраст у молодых деревьев.

Хвоя дерева очень жёсткая и плотная, сизовато-зелёного цвета, немного изогнутая. С верхней стороны иголки выпуклые и достигают длины четыре-семь см иногда и до пятнадцати см. Иголки растут в пучках по две штуки. Хвоя сохраняется на ветвях до двух или трёх лет, а в бедных условиях и до семи – восьми лет. Цвет хвои в осенний период обычно не изменяется.

Цветки у сосны делятся на мужские и женские.

Мужские цветки имеют жёлтый или красноватый цвет и яйцевидную – колоскообразную форму. Цветки располагаются скучено у основания молодых побегов.

Женские цветки в форме маленьких шишечек имеют зеленоватый или красноватый цвет. Цветки распускаются на концах молодых побегов по одной или три штуки. Цветки опыляются ветром. Цветение начинается в конце мая начале июня (рисунок 3).



Рис.3. Мужские и женские цветки

Плоды у сосны представляют собой шишки обычно продолговато-яйцевидные, конические. Плоды слегка матовые, свисающие на коротких загнутых вниз ножках. Зрелые плоды имеют буро-коричневый цвет. Обычно они одиночные или по две-три штуки. Длина их 2,5-7 см, а толщина 2-3,5 см. Плодоношение начинается с десяти-пятнадцати лет, а в густых насаждениях с тридцати-сорока лет. Продолжительность плодоношения длится 200-250 лет.

Сосна обыкновенная это однодомное растение, но с преобладанием цветков одного пола. Обычно на одних экземплярах больше соцветий женских, а на других мужских.

Семена имеют яйцевидную и продолговатую форму с черноватым или серым цветом (от белого до тёмное-коричневого). Длина семян достигает трёх-четырёх см вместе со светло-коричневым прозрачным крылом. Крыло семени в три четыре раза больше самого семени. Семена созревают в сентябре на второй год посл опыления. Они широко раскрываются ранней весной при потеплении. Семена распространяются ветром при этом максимальная дальность превышает сотни метров (рисунок 4).



Рис.4. Семена сосны обыкновенной

РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА:

Корреляция — это статическая зависимость между случайными величинами, при которой изменение одной из любых величин приводит у изменения математического ожидания другой [6].

Корреляционный анализ это раздел математической статистики, который посвящён изучению взаимосвязей между случайными величинами.

Корреляционный анализ заключается в количественном определении тесноты связи между двумя признаками и между результативным и множеством факторных признаков.

Теснота связи между двумя признаками это есть парная связь.

Теснота связи между множеством факторных признаков это есть многофакторная связь.

Корреляционный анализ это есть средство получения информации.

Корреляционный анализ применяют для проверки гипотезы о статической значимости значений двух или нескольких переменных в том случае если исследователь может их измерять, но не контролировать или изменять [7].

Речь идёт о положительной корреляции, когда повышение уровня одной переменной сопровождается повышением уровня другой. Но когда рост одной переменной происходит при снижении уровня другой то это есть отрицательная корреляция. Если между переменными и вовсе отсутствует связь, то это есть нулевая корреляция.

Были вычислены следующие представленные в таблице 1 коэффициенты, и проверена их статистическая значимость, а также сделаны выводы о наличии и тесноте их связи.

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа

Значение коэффициента	Наблюдаемое значение статистики критерия	Критические значения	Вывод о тесноте, направлении и статистической значимости коэффициента.
r –Пирсона=0,78	$t_n = 12,36$	$t_{кр}=1,99$	Связь устойчива, так как $t_n > t_{кр}$. r статистически значим
ρ -Спирмена=0,92	$t_n=0,81$	$t_{кр}=1,99$	Связь не устойчива, так как $t_n < t_{кр}$ Коэффициент ρ не значим.
τ - Кендала=0,94	$\tau_n=0,83$	$\tau_{кр}=0,95$	Связь не устойчива, так как $\tau_n < \tau_{кр}$. Коэффициент τ не значим
i –Фехнера=0,58	$i=0,58$	-	Связь прямая, так как $i < 1$

Был проведён корреляционный анализ и на основе полученных данных сделан следующий вывод:

Связь обнаружена, она является прямой. Это значит, с увеличением диаметра на одну единицу, высота тоже увеличивается.

ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ПОЛЯ И ЕГО ПРОГНОЗ:

С использованием ПО было построено корреляционное поле и получено регрессионное уравнение.

По графику, приведённому на рисунке 5, видно, что функция регрессии возрастающая (с увеличением диаметра, высота увеличивается).

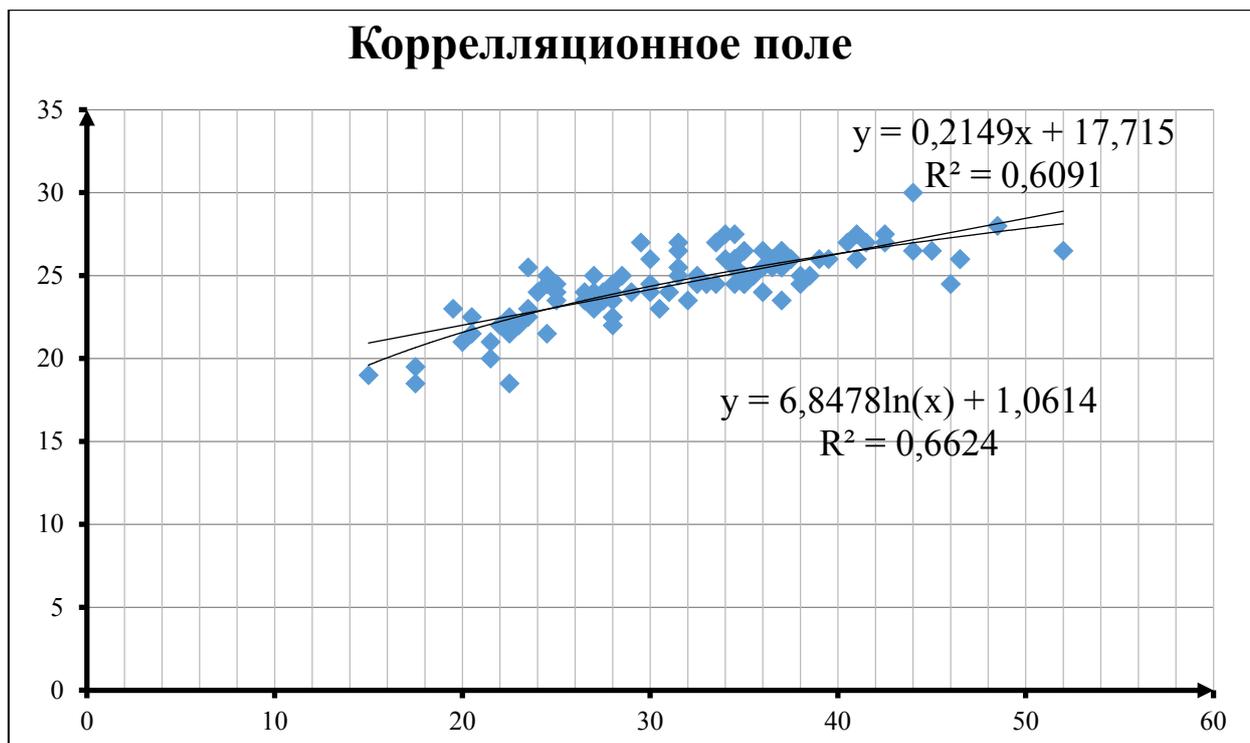


Рис. 5. Корреляционное поле

Регрессионное уравнение $y = 0,2149 \cdot x + 17,715$; $R^2 \approx 0,61$; $F_n = 152,73$.

12,36 31,22

Сравнение: Соответствующие наблюдаемые значения t-статист и F_n превосходят критические значения $t_{кр}$, следовательно, уравнение статистически значимо.

Вывод: Коэффициент детерминации $R^2 \approx 0,61$ среднее близок к 1, следовательно, качество модели среднее, удовлетворительное. Доля вариации результативного признака, объясняемая регрессией, в общей вариации y составляет 61%.

Наблюдаемое значение статистики Фишера $F_{набл} = ((R^2)/(1-R^2)) \cdot (n-2) = 153,28$ значительно превосходит табличное $F_{0,05;8;2} = 19,37$, следовательно, уравнение регрессии статистически значимо и пригодно для построения прогноза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. К. Митропольский. Элементы математической статистики: Введение в статистическое исчисление: Учеб. пособие. – Л.: М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР: Ленинградская лесотехническая акад. им. С. М. Кирова, 1969. – 273 с.
2. Сунгурова, Н.Р. Декоративная дендрология. [Текст]: учеб. пособ. / Н.Р. Сунгурова; Сев. (Аркт.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2014. - 116 с.
3. Бабич, Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов. [Текст]: учеб. пособ. / Н.А. Бабич, О.С. Залывская., Г.И. Травникова. - Архангельск: АГТУ, 2008. - 144с.
4. Википедия. Свободная энциклопедия. Сосна обыкновенная. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сосна_обыкновенная. (Дата обращения 10.06.19).
5. russianpermaculture.ru. Сосна обыкновенная — *Pinus sylvestris* [растения]. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://russianpermaculture.ru/rastenia/sosna-obyknoennaya-pinus-sylvestris/> (Дата обращения 11.06.19).
6. Студопедия. Понятие корреляции. Корреляционный анализ. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://studopedia.ru/2_34937_ponyatie-korrelyatsii-korrelyatsionniy-analiz.html (Дата обращения 11.06.19).
7. studfiles.net. Корреляционный анализ. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/7014264/page:36/> (Дата обращения 11.06.19).